

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева»  
(Самарский университет)

Естественнонаучный институт  
Физический факультет  
Кафедра общей и теоретической физики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в физику наносистем

Основная образовательная программа направления  
**03.03.02 Физика**  
Блок 1, вариативная часть, обязательная дисциплина

направленность: академическая

Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Курс 2, семестр 3

Самара  
2018

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования направления (специальности) 03.03.02 ФИЗИКА (квалификация (степень) «БАКАЛАВР»), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 937 от « 7 » августа 2014 г. Зарегистрировано в Минюсте России 25 августа 2014 г. № 33805 .

Составитель рабочей программы: Цирова И.С., к.ф.-м.н., доцент кафедры общей и теоретической физики

## 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе, требования к уровню освоения содержания дисциплины

### 1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

Целью курса является изучение основ физики наносистем и перспектив использования этих систем в высоких технологиях. Рассматриваются атомные кластеры, углеродные структуры (фуллерены, нанотрубки, графен), наноструктуры на поверхности, использование наносистем в биомедицинских исследованиях. Большое внимание уделяется сравнению различных наносистем с целью выявления их общих свойств.

Основные задачи курса

1. Изучить способы получения наносистем, основные эксперименты.
2. Проанализировать физические свойства наносистем и связанные с ними эффекты, базовые теоретические модели.
3. Изучить последние достижения в данной области, разнообразные практические приложения.

### 1.2. Результаты обучения и формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) компетенции

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен

**знать:**

- классификацию наноструктур, различные типы нанообъектов: нанопорошки, полупроводниковые гетероструктуры, квантовые точки, нити, ямы, коллоидные системы;
- области применения наноструктур;
- способы получения наноструктур;
- фундаментальные опыты, подтверждающие справедливость основных выводов теории наносистем;

**уметь:**

- понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по дисциплине;

**владеть:**

- методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации по дисциплине;

**иметь опыт:**

- пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики наносистем.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов *следующих компетенций* в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование результата обучения
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)

### 1.3. Место дисциплины в структуре ООП

Для усвоения курса требуется умение дифференцировать, интегрировать. Студент должен владеть основными методами и начальными представлениями классической электродинамики и квантовой теории.

Понятия, законы и методы, введенные в курсе, будут использоваться при последующем изучении специальных дисциплин данного направления, профиля.

## 2. Содержание дисциплины

### 2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

*Семестр - 3, вид отчетности – зачет*

Вид учебной работы	Объем часов/ зачетных единиц
<b>Трудоемкость изучения дисциплины</b>	<b>72/2</b>
<b>Контактная работа с преподавателем</b>	<b>40</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>36</b>
в том числе:	
лекции	18
практические занятия	18
<b>Контролируемая самостоятельная работа (КСР)</b>	<b>4</b>
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>32</b>
в том числе:	
Подготовка к семинарам (практическим занятиям, лабораторным занятиям), самостоятельное решение задач	14
Подготовка реферата	10
Подготовка проекта (презентация, доклад)	4
Получения индивидуальных консультаций преподавателя	4
Подготовка и сдача экзамена	Не предусмотрен

### 2.2. Содержание учебного курса

#### Раздел 1. Введение

**Тема 1.1. Важнейшие открытия в физике наносистем.** Р. Фейнман и начало эры нанотехнологий. Управление свойствами материалов на нанометровом масштабе. Наблюдение нанообъектов. Наноманипулирование. Создание объектов по принципам "сверху-вниз" и "снизу-вверх".

## **Раздел 2. Классификация наноматериалов Особенности взаимодействий на наномасштабах.**

**Тема 2.1. Наночастицы, кластеры.** Многообразие наносистем. Наночастицы, атомные кластеры. Углеродные структуры: фуллерены, графен, нанотрубки. Нанопористые вещества. Низкоразмерные системы. Наноструктурированные поверхности и пленки.

**Тема 2.2. Нанослоистые структуры. Взаимодействия на наномасштабах.** Нанослоистые структуры. Фотонные кристаллы. Сила поверхностного натяжения, гранулярная структура пленок. Сила трения для нанообъектов. Эффект геккона.

## **Раздел 3. Корпускулярно-волновой дуализм.**

**Тема 3.1. Простейшие одномерные задачи квантовой теории.** Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Движение свободной частицы, непрерывный энергетический спектр. Движение частицы в потенциальной яме, дискретный энергетический спектр. Туннельный эффект.

## **Раздел 4. Методы диагностики и исследования наноструктур**

**Тема 4.1. Электронные микроскопы, сканирующий туннельный микроскоп.** Просвечивающий и сканирующий (растровый) электронные микроскопы. Режим получения дифрактограм. Режим получения изображений образца. Основные типы сигналов, которые генерируются и детектируются в процессе работы микроскопов. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ). Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Устройство СТМ, туннельный переход. Режимы работы. Пьезоманипулятор.

**Тема 4.2. Атомно-силовой микроскоп. Ближнепольный оптический микроскоп.** Атомно-силовой микроскоп (АСМ). Режимы работы. Методы детектирования отклонения кантилевера. Использование методов СЗМ для получения топографического изображения поверхности. Микроскопия ближнего поля.

## **Раздел 5. Углеродные наноструктуры**

**Тема 5.1. Графен. Фуллерены.** Графен. Фуллерены. Массовый спектр углеродных кластеров. Свойства фуллеренов и их применение. Фуллерены как сорбенты. Аккумуляторы водорода. Нелинейные среды с фуллеренами. Применения в медицине.

**Тема 5.2. Углеродные нанотрубки. Фуллерит.** Углеродные нанотрубки, их классификация. Силы Ван-дер-Ваальса. Углеродные нанотрубки в электронике. Фуллереновые наноструктуры: эндофуллерены, низкоразмерные «стручки». Фуллерит. Фоточувствительные элементы на основе фуллерита.

## **Раздел 6. Нанoeлектроника**

**Тема 6.1. Размерное квантование.** Низкоразмерные структуры современной нанoeлектроники: квантовые ямы, нити, точки. Размерное квантование, энергетический спектр двумерных электронов. Решение уравнения Шредингера в приближении треугольного и прямоугольного потенциала. Плотность электронных состояний в трехмерном, двумерном, одномерном и нульмерном случаях. Квантовые ямы в полупроводниковых гетероструктурах. Лазеры на квантовых ямах. Резонансно-туннельный диод.

**Тема 6.2. Транспорт носителей заряда.** Распределение и транспорт носителей заряда в квантово-размерных структурах. Одночастичный транспорт. Кулоновская блокада.

Одноэлектронный транзистор на квантовой точке. Баллистическая проводимость. От закона Ома к уравнениям Ландауэра. Сопротивление баллистического проводника.

**Тема 6.3. Квантовые точки.** Квантовые точки - искусственные атомы. Особенности квантования энергетического спектра электронов в квантовых точках. Оптические свойства квантовых точек. Практические применения.

## Раздел 7. Спинтроника

**Тема 7.1. Гигантское магнетосопротивление.** Электропроводность ферромагнетиков. Колоссальное магнетосопротивление. Гигантское магнетосопротивление. Сверхрешетки. Практические приложения.

## Раздел 8. Нанофотоника

**Тема 8.1. Фотонные кристаллы.** Нанофотоника и дифракционная оптика. Проблема дифракционного предела. Дифракционные оптические элементы. Фотонные кристаллы. Классификация. Одномерные, двумерные и трехмерные фотонные кристаллы. Фотонно-кристаллические волокна. Нанолазеры.

**Тема 8.2. Оптические «пинцеты». Плазмоника.** Оптический захват. Оптическая манипуляция наночастицами. Оптические «пинцеты». Нелинейные явления в устройствах нанофотоники. Плазмоника. Плазмонный резонанс. Материалы нанофотоники. Метаматериалы.

### 2.3. Учебно-тематический план

#### 2.3.1. Структура дисциплины

№ раздела	Наименование разделов, тема	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7
1	<b>Раздел 1. Введение</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	-	-	<b>1</b>
	Тема 1.1. Важнейшие открытия в физике наносистем.	2	2	-	-	1
2	<b>Раздел 2. Классификация наноматериалов Особенности взаимодействий на наномасштабах</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>5</b>
	Тема 2.1. Наночастицы, кластеры.	2	1	1	-	2
	Тема 2.2. Нанослоистые структуры. Взаимодействия на наномасштабах.	2	1	1	-	3
3	<b>Раздел 3. Корпуску-</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>5</b>

№ раз-дела	Наименование разделов, тема	Количество часов				
		Все-го	Аудиторная работа			Внеаудиторная самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7
	<b>лярно-волновой дуализм</b>					
	Тема 3.1. Простейшие одномерные задачи квантовой теории.	2	2	2	-	5
4	<b>Раздел 4. Методы диагностики и исследования наноструктур</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>5</b>
	Тема 4.1. Электронные микроскопы, сканирующий туннельный микроскоп	6	1	1	-	2
	Тема 4.2. Атомно-силовой микроскоп. Ближнепольный оптический микроскоп	7	1	1	-	3
5	<b>Раздел 5. Углеродные наноструктуры</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>4</b>
	Тема 5.1. Графен. Фуллерены.	5	1	1		2
	Тема 5.2. Углеродные нанотрубки. Фуллерит.		1	1		2
6	<b>Раздел 6. Нанoeлектроника</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	-	<b>5</b>
	Тема 6.1. Размерное квантование.	6	2	2		2
	Тема 6.2. Транспорт носителей заряда.	7	1	2		2
	Тема 6.3. Квантовые точки		1	2		1
7	<b>Раздел 7. Спинтроника</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>3</b>
	Тема 7.1. Гигантское магнетосопротивление.	7	2	2		3
8	<b>Раздел 8. Нанofотоника</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>4</b>
	Тема 8.1. Фотонные кристаллы.	5	1	1		2
	Тема 8.2. Оптические «пинцеты». Плазмоника.		1	1		2
	<b>Контролируемая самостоятельная работа (КСР)</b>	<b>4</b>	-	-	-	<b>4</b>
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	-	<b>36</b>

### 2.3.2. Лабораторные работы - не предусмотрены

### 2.3.3. Практические занятия (семинары)

№	№ Раздела, темы	Тема	Кол-во часов	Образовательная технология
1	2	3	4	5
1	2.1, 2.2	Наночастицы, кластеры. Нанослоистые структуры. Взаимодействия на наномасштабах.	2	Входное тестирование, групповое решение задач
2	3.1	Простейшие одномерные задачи квантовой теории.	2	Групповое решение задач
3	4.1, 4.2	Электронные микроскопы, сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Ближнепольный оптический микроскоп	2	
4	5.1, 5.2	Графен. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Фуллерит.	2	Индивидуальные тестовые упражнения. Групповое обсуждение презентаций
5	6.1	Размерное квантование.	2	Групповое решение задач
6	6.2	Транспорт носителей заряда.	2	Групповое решение задач
7	6.3	Квантовые точки	2	Групповое решение задач. Групповое обсуждение презентаций
8	7.1	Гигантское магнетосопротивление.	2	Групповое решение задач
9	8.1, 8.2	Фотонные кристаллы. Оптические «пинцеты». Плазмоника.	2	Групповое обсуждение презентаций
		<b>Итого:</b>	<b>18</b>	

### 2.3.4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ Раздела, темы	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма контроля
1	2	3	4
2	Нанопористые вещества. Самостоятельное решение задач по плану практических занятий	5	Собеседование
3	Непрерывный энергетический спектр. Самостоятельное решение задач по плану практических за-	5	Собеседование

№ Раздела, темы	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол- во ча- сов	Форма контроля
	нятий		
4	Основные типы сигналов, которые генерируются и детектируются в процессе работы микроскопов	5	Собеседование
5	Фуллерены как сорбенты.	5	Собеседование
6	Резонансно-туннельный диод. Самостоятельное решение задач по плану практических занятий	4	Собеседование
7	Колоссальное магнетосопротивление. Самостоятельное решение задач по плану практических занятий	4	Собеседование
8	Нелинейные явления в устройствах нанофотоники	4	Собеседование
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	

### 2.3.5. Курсовой проект (курсовая работа).

*Не предусмотрен.....*

*(Приводятся примерные темы курсового проекта или курсовой работы)*

### 2.3.6. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Введение в физику наносистем» используются следующие образовательные технологии:

1. Традиционная образовательная технология (*лекция, лекция визуализация, тестирование, собеседование, наблюдение*);
2. Технология интерактивного коллективного взаимодействия (*эвристическая беседа, диспут, дискуссия*);
3. Технология проблемного обучения (*проблемная лекция, кейс*);
4. Технология компьютерного обучения (*тестирование*).

### 2.3.7. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр / тема	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	2	3	4
3 / 2.1, 2.2	Лекция	Лекция - презентация.	2
	Практическое занятие	Эвристическая беседа	2
3 / 3.1	Лекция	Проблемная лекция	2
3 / 4.1, 4.2	Лекция	Лекция - презентация	2

Семестр / тема	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3 / 5.1, 5.2	Лекция	Лекция - презентация.	2
3 / 6.1.	Лекция	Проблемная лекция	2
	Практическое занятие	Коллективное обсуждение и защита индивидуальных проектов	2
3 / 6.2, 6.3	Лекция	Лекция – визуализация, презентация.	2
	Практическое занятие	Коллективное обсуждение и защита индивидуальных проектов	2
3 / 7.1	Лекция	Лекция – презентация	2
	Практическое занятие	Коллективное обсуждение и защита индивидуальных проектов	2
1 / 8.1, 8.2	Лекция	Лекция - презентация	2
	Практическое занятие	Коллективное обсуждение и защита индивидуальных проектов	2
<b>Итого:</b>			<b>26</b> (72% аудиторных часов)

### 2.3.8. Оценочные средства результатов обучения \*

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (ее уровень)	Наименование средств оценки результатов обучения
1	2	3	4
1	Тема 1.1. Важнейшие открытия в физике наносистем.	ОПК-1	Собеседование
2	Тема 2.1. Наночастицы, кластеры.	ОПК-1	Собеседование, оценка участия в обсуждении решения задач
3	Тема 2.2. Нанослоистые структуры. Взаимодействия на наномасштабах.		Оценка участия в обсуждении решения задач
4	Тема 3.1. Простейшие одномерные задачи квантовой теории.		Собеседование, оценка участия в обсуждении решения задач
5	Тема 4.1. Электронные микроскопы, сканирующий тун-		Тест

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (ее уровень)	Наименование средств оценки результатов обучения	
1	2	3	4	
	Польный микроскоп			
6	Тема 4.2. Атомно-силовой микроскоп. Ближнепольный оптический микроскоп		Собеседование	
7	Тема 5.1. Графен. Фуллерены.		Собеседование, оценка участия в обсуждении решения задач	
8	Тема 5.2. Углеродные нанотрубки. Фуллерит.		Собеседование, оценка участия в обсуждении индивидуальных проектов	
9	Тема 6.1. Размерное квантование.		Собеседование, оценка участия в обсуждении индивидуальных проектов	
10	Тема 6.2. Транспорт носителей заряда.			
11	Тема 6.3. Квантовые точки			
12	Тема 7.1. Гигантское магнетосопротивление.			
13	Тема 8.1. Фотонные кристаллы.		Собеседование, оценка участия в обсуждении индивидуальных проектов	
14	Тема 8.2. Оптические «пинцеты». Плазмоника.			
15	Текущий контроль		ОПК-1	Использование балльно-рейтинговой системы (БРС)
16	Итоговая аттестация по дисциплине: зачет с учетом БРС		ОПК-1	Использование балльно-рейтинговой системы (БРС)

*\* Фонд оценочных средств по дисциплине (тематика рефератов, проектов, эссе; экзаменационные билеты; контрольные вопросы, задания и тесты, а также критерии их оценки) является обязательной частью УМК дисциплины.*

### **3. Балльно-рейтинговая система**

В университете в ходе промежуточной аттестации перевод рейтинговых баллов студентов в принятую систему оценки знаний («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено») осуществляется единообразно.

– Оценка «зачтено» по дисциплине, по которой в данном семестре нет экзамена, выставляется студенту, набравшему **50 и более баллов**, означающих, что содержание курса освоено полностью, необходимые компетенции и практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине **«Введение в физику наносистем»**, закрываемой семестровой (итоговой) аттестацией (зачет) равна 100.

Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

<b>1</b>	<b>Контрольные мероприятия</b>	<b>До 45 баллов</b>
	<i>Выступление по теме реферата</i>	<i>До 30 баллов</i>
	<i>Контрольная работа</i>	<i>До 15 баллов</i>
<b>2.</b>	<b>Выполнение заданий по дисциплине в течение семестра</b>	<b>до 55 баллов</b>
	<i>Самостоятельное решение задач</i>	<i>До 15 баллов</i>
	<i>Реферат</i>	<i>До 20 баллов</i>
	<i>Презентация</i>	<i>До 20 баллов</i>
<b>3.</b>	<b>Выполнение дополнительных практико-ориентированных заданий</b>	<b>до 30 баллов (дополнительно)</b>
	<i>Исследовательский проект, оформление информационного учебного ресурса</i>	<i>до 15 баллов</i>
	<i>Участие в работе научного кружка</i>	<i>до 15 баллов</i>

**Распределение баллов, составляющих основу оценки работы студента по изучению дисциплины «Введение в физику наносистем» в течение 18 недель 3 семестра.**

- 100 баллов распределяются на учебный период (3 семестр), заканчивающийся промежуточной аттестацией;
- 45 баллов – посещение и контрольные мероприятия;
- 55 баллов – самостоятельное выполнение заданий по дисциплине, в т.ч. самостоятельное решение задач;
- возможность набора дополнительных 30 баллов за практико-ориентированные задания.

#### 4. Сведения о материально-техническом обеспечении дисциплины

№п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1	Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование
2	Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование

## 5. Информационные технологии, средства электронного обучения и лицензионное программное обеспечение

1. Пакет Microsoft Office 2003
2. Пакет OpenOffice.org
3. Операционная система семейства Windows
4. Система электронного обучения ФГБОУ ВПО "Самарский государственный университет" на основе Moodle.
5. Электронная почта (<http://mail.ru>, <http://gmail.com>, <http://yandex.ru> и др.) на базе глобальных информационно-коммуникационных порталов, внутренняя корпоративная электронная почта ФГБОУ ВПО "Самарский государственный университет" (<http://mail.samsu.ru>)
6. Национальный открытый университет "ИНТУИТ" <http://www.intuit.ru/>
7. Портал доступа к образовательным ресурсам "Единое окно" <http://window.edu.ru/>

## 6. Литература

### 6.1. Основная

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т3. Электричество. М.: Наука, 2001 (*гриф Минобразования*).
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т2. М.: ООО «Издательство Апрель», ООО «Издательство АСТ», 2001 (*гриф Минобразования*).
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Оптика : Учеб. пособ. для вузов / Д.В.Сивухин.- 2-е изд.,испр. - М. : Наука, 1985. - 752с. : ил.

### 6.2. Дополнительная

4. Ч. Пул, Ф.Оуэнс, —Нанотехнологии□, М., «Техносфера», 2004
5. «Нанотехнологии в ближайшем десятилетии», под ред. М.Роко. М.. Мир. 2002.
6. Дьячков, —Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применение□, М., «Бином. Лаборатория знаний», 2006.
7. В.О. Нестеренко "Атомные кластеры как новая область приложения идей и методов ядерной физики", ЭЧАЯ, 23 (6), 1665 (1992).

### 6.3. Учебно-методическое обеспечение и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для самостоятельной работы студентов

1. Перечень задач для аналитического решения.
2. Текст заданий для самостоятельного решения и примеры решений, выставленные на сайте Отдела дистанционных образовательных технологий СамГУ (<http://dls.ssu.samara.ru/moodle/>).
3. Примерные темы самостоятельных исследований
  - Плазмоны на плоской границе раздела «металл-диэлектрик».
  - Поверхностные плазмоны в слоистых средах.
  - Плазмонные колебания в металлических проволоках.
  - Плазмонные резонансы в сферических наночастицах.
  - Биосенсоры на поверхностных плазмонах.
4. Электронная версия дисциплины на сайте ОДОТ СамГУ в оболочке Moodle (<http://dls.ssu.samara.ru/moodle/>) (в т.ч. конспекты лекций, тренировочные тесты, УМК дисциплины).
5. <http://www.nanorf.ru/> - Российский электронный наножурнал.

6. <http://www.nanonewsnet.ru/> - сайт о нанотехнологиях в России.
7. <http://www.edu.ru/> — Федеральный портал Российское образование.
8. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> — электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
9. <http://www.phys.spbu.ru/library/> электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
10. <http://www.phys.spbu.ru/library/elibrary/> — некоторые вузовские учебники (электронный вариант).
11. <http://www.sciencedirect.com> — база данных журналов издательства Эльзевир.
12. <http://prola.aps.org/> — архив журналов Американского физического общества
13. <http://xxx.lanl.gov> — архив электронных препринтов.

#### **6.4. Рекомендуемые периодические издания**

1. Вестник Московского Университета. Серия 3. Физика. Астрономия.
2. Вестник Самарского государственного университета.
3. Журнал «Теоретическая физика».

### **7. Методические рекомендации**

#### **7.1. Методические рекомендации студентам по освоению учебной дисциплины**

Текущий и промежуточный контроль результатов освоения дисциплины осуществляется с учетом балльно-рейтинговой системы, поэтому на первом занятии студенты подробно ознакомятся с технологической картой (БРС), планируют прохождение контрольных точек и выполнение заданий для самостоятельной работы.

По каждой теме предусмотрены задания из средств оценки результатов обучения, которые студент выполняет в процессе контактной работы с преподавателем либо в часы самостоятельной работы. Критерии оценки описаны в фонде оценочных средств.

При подготовке к лекции и при выполнении самостоятельной работы необходимо прочитать материал предыдущей лекции, стремясь к пониманию всех понятий и утверждений.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в часы КСР на кафедре, а также посредством ресурса дисциплины в личном кабинете преподавателя на основе Moodle.

#### **7.2. Методические рекомендации ППС вуза по организации учебного процесса**

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ учебный год**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ (дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии, протокол № \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г."

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

\_\_\_\_\_ *шифр наименование личная подпись расшифровка подписи*  
*дата*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедр-

рой\*

\_\_\_\_\_ *наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата*

Заведующий отделом комплектования библиотеки\*\*

\_\_\_\_\_ *личная подпись расшифровка подписи дата*

Декан

\_\_\_\_\_ *наименование факультета (института) личная подпись расшифровка подписи дата*

Дополнения и изменения внесены в базу данных рабочих программ дисциплин

Начальник методического отдела УМУ

\_\_\_\_\_ *личная подпись расшифровка подписи дата*